

李振声院士在育种工作现场

杂交水稻和杂交小麦的选育（1960—2000年）

——面向国民经济主战场的新中国农业科技

朱冠楠[1]　**曹幸穗**[2]

1 南京农业大学　南京　210095
2 中国农业博物馆　北京　100125

摘要　文章回顾中国开展水稻和小麦的杂交育种工程，揭示农业科研必须面向经济建设主战场的神圣使命。中国农业科研体制发挥了集中力量办大事的制度优势，坚持顶层设计和规划引领，坚持与时俱进、不断创新，促使农业科技进步在保障国家粮食安全、提高人民生活水平方面作出巨大贡献。70年来，中国培育了一大批稻、麦新品种，实现了作物矮秆化、杂交化、优质化的3次跨越，完成了6次新品种更新换代。此外，在稻、麦高产栽培方面取得了重大的创新性技术成果，推动了中国粮食生产的跨越式进步。

关键词　农业科技，粮食安全，水稻杂交育种，小麦杂交育种，杂种优势利用，超级稻栽培技术

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.2019.09.008

70年前，中华人民共和国建立之初，对内需要尽快医治长期战乱造成的经济创伤，快速恢复生产，构建社会新秩序；对外需要应对二战后资本主义阵营针对中国的政治孤立、经济制裁和军事封锁。国家的经

修改稿收到日期：2019年8月19日

济恢复和发展遭遇到空前的困难。在战乱初歇、百废待兴的新社会，稳定粮食供应是头等重要的国计民生大事，是整个经济恢复和发展的基础和前提。周恩来总理在国务会议上特别强调：“粮食是保证人民生活和发展整个农业经济的基础，我们必须加以足够的注意。”[1]

大米和面粉是中国人日常食用的主要粮食品种，被称为细粮。因此，水稻和小麦的种植成为中国农业生产结构的主体，农业科研的重点也以提高稻、麦产量为核心。选育高产的稻、麦良种是当时紧迫的农业科研任务。

1 新中国成立初期的粮食配给和农业生产政策

面对严峻的粮食短缺局面，新中国各级政府和广大人民群众都积极投入到大力发展生产、提高粮食产量的建设热潮中。在当年的国情环境下，国家农业科研力量非常薄弱，推动农业发展的举措依然是传统的精耕细作、开垦荒地和兴修水利等。

1.1 新中国初期的粮食问题

新生的人民政权建立起来后，经过农村土地改革运动和推行农业发展激励政策，到 1952 年，粮食生产基本得到恢复，产量有所增加。但是，这仍然不能满足社会对粮食的旺盛需求，粮食供需的缺口很大。国家粮食部 1953 年 6 月 2 日的报告称，1952 年 7 月 1 日—1953 年 6 月 30 日的粮食年度内，国家收购粮食 547 亿斤，比上年度增长 8.9%，而支出 587 亿斤，比上年度增长 31.6%。收支相抵，库存减少 40 亿斤[2]。

随着“一五”计划的实施和大规模经济建设的逐步开展，农业生产逐步得到恢复，出现了喜人的上升势头。正当举国上下斗志昂扬奋力夺取更大丰收的时候，1953 年小麦生产发生严重灾情，减产 70 亿斤，麦区农民又因灾而存粮惜售，这更加剧了市场上粮食供应的紧张气氛。1953 年的秋粮收购旺季后，国家只收购到当季粮食 98 亿斤，而同期销售了 124 亿斤，粮食短缺的形势变得更为严峻。

1953 年下半年，许多城镇和部分缺粮农村的粮食供应得不到保障，粮价上涨，人心浮动。为此，周恩来总理于 1953 年 10 月签署《关于实行粮食的计划收购和计划供应的命令》，国家开始实施统一收购粮食的政策，并按照统一、有计划的原则向城乡供应。同时颁布的《粮食市场管理暂行办法》规定：所有私营粮商，在粮食实行统购统销后，一律不准私自经营粮食，但在国家严格监督和管理下，可由国家粮食部门委托代理销售粮食的业务。跨行跨业兼营粮食的私商，除少数大城市经国家特许代销者外，一律禁止兼营粮食。

1955 年 8 月 5 日，国务院发布《市镇粮食定量供应凭证印制使用暂行办法》，推行市镇居民粮食供应证、工商行业用粮供应证、饲料用粮供应证的粮食统制政策。这就是城镇居民使用粮票定量购粮的开始。国家粮食部还发行过“军用马料”的粮票。连服役军马的饲料都需要定额配给，足见当年国家粮食短缺的严重程度。该粮食定量供应的“办法”，直到 1993 年才被宣布废止，前后“暂行”了近 40 年[3]。

1.2 发展农业生产的路径和举措

（1）扩大垦荒，增加耕地面积。除了鼓励农民开垦田边地头少量荒地，积少成多之外，最为立竿见影的是建立生产建设兵团，集国家之力，有计划大规模地开垦宜农荒地。1952 年，中央军委命令驻新疆部队和工程建设部队的一部分将士，就地转业为农业建设部队和工程建设部队，以担负起边疆经济建设的任务。1954 年 10 月 7 日，新疆军区生产建设兵团成立，标志着新中国军垦事业登上了历史舞台。这是一种屯垦戍边、寓兵于民、平时务农、战时出征的新型屯田模式。此后，全国相继有 15 个省份建立了军垦、农垦农场，全系统共有大小农场 2 062 个，人口 670 万。生产建设兵团白手起家，艰苦奋斗，为国家提供了大量

的粮食和农副产品，有力保障了新中国初期的粮食供给和肉、蛋、奶等副食品供应；同时，也忠实履行了屯垦戍边的光荣使命，为推动边疆发展、增进民族团结、维护社会稳定、巩固国家边防作出了不可磨灭的历史贡献[4]。

（2）集中力量促生产。调动社会各界力量，大力发展农业生产，提高单位面积产量，确保粮食稳产增产。1950年3月10日，政务院公布《政务院关于春耕生产的指示》，要求新解放区的政府工作人员“一切工作均应服从春耕生产”，以恢复粮食生产，促进粮食增产。各地政府要禁止荒废土地，如有荒废土地者，得给以处分；对垦种荒地者，“一律免征农业税一年至三年”。各级政府要有计划地发放农贷资金，使农民能够购买耕畜、农具和肥料；奖励勤劳耕作，推广增产经验，以提高单位面积产量。特别强调“征求当地农民特别是有经验的老年农民的意见”[5]。

（3）维护农民的根本利益。合理确定公粮及农业税的征收，进一步提高农民种粮积极性。在确定公粮的征收和农业税方面，注意结合当时当地的情况，既保证国家公粮征收的稳定，又照顾到农民的负担，给农民以休养生息改善生活的机会。《政务院关于一九五一年农林生产的决定》明确规定：“贯彻合理负担的农业税收政策，对因善于经营、勤劳耕作和改良技术而超过常年应产量者，其超出部分不增加公粮负担。”

（4）恢复和兴修水利工程。重视和加强农田水利的建设，促进粮食的稳产增收。水利是粮食生产的命脉，直接关系着全国人民解决温饱问题。新中国初期各类灾情频发，其中对农业生产影响最大的是水灾。1949年，全国被淹耕地达1亿多亩，减产粮食220亿斤，而1950年淮河的大决口淹没耕地达3 100万亩。

1.3 设置农业科研机构和开展农业科研

（1）全国农业科研机构网络的建立。新中国建立初期，就开始大力整顿和改组原国民政府设置的农业科研机构，并将其划为中央政府相关部门的隶属单位。其中，农业部直属的大区级研究所7处，专业所7个，筹备处2个，试验场2个。另有省级试验场（站）193处，业务上由大区领导。农业部所属机构中，共有大、中专学历研究人员和工作人员5 000余人，占全国农业科研人员总数的46%；其中，中级以上职称人员450人，占全国农业科研人员中同类人员的33%。之后，对部分专业研究机构的隶属关系进行了调整。例如：林业科学研究所划归林业部；华南热带林业科学研究所先划归林业部，1956年更名为“华南热带作物研究所”后隶属于农垦部；水产科学研究所先划归于食品工业部，后改称“黄海水产研究所”隶属于水产部；1951—1957年建立农业机械（化）研究所6个，其中2个（北京、南京）属于农业部，2个（洛阳、西安）属于第一机械工业部[6]。

（2）传统的“一穗传”选种法的应用。新中国成立之初，稻、麦新品种选育主要采用传统的“一穗传”方法，育种学称为系统选育法或纯系育种法。这是自花授粉作物常用的育种方法。它是在现有的品种群体中，选出符合育种目标性状的优良单株穗子，每个穗子的后代形成一个独立的群体株系。然后经过多年连续试验种植，不断选优除劣，提纯复壮，最终育成符合目标性状要求的新品种。20世纪50年代，著名的水稻品种“矮脚南特”就是从高秆品种“南特16”的生产大田中，选出自然变异的矮秆植株而育成的。这是新中国水稻育种史上具有里程碑意义的育种成果，从此形成了以矮秆类型品种为主的水稻种植模式，结束了高秆水稻品种易倒伏减产的历史，水稻亩产量实现了跨越式增长[7]。同样，新中国建立初期育成的小麦品种“甘肃96”，也是从引自美国的小麦品种中，选拔出适宜我国生态环境种植并表现出优异性状的单株，经系统选育而成的。自1952年起，农业部开始推广种植小麦品种“甘肃96”，推广面积达到66.7万公顷/年，覆盖了我国中西部的整个春麦区。

通过以上发展农业生产的举措，1957 年全国粮食产量达到 3 900 亿斤，比 1952 年增长 19%；1957 年农业总产值完成原计划 101%，比 1952 年增长 25%，平均每年增长 4.5%。此前 5 年全国累计增加耕地面积 5 867万亩，新增灌溉面积 21.81 万亩，完成原定计划 101%。1957 年全国耕地面积达到 16.745 亿亩。

2 水稻杂交优势配套组合技术的发明

到 20 世纪 60 年代初，我国的农业科研机构和科研人才队伍日渐壮大，具备了开展大规模协作攻关，集中力量进行稻、麦杂交育种的科研条件。稻、麦良种的选育从前期的偶然性、随机性的“一穗传”选育进入到依据育种目标进行杂交选育的新阶段。

2.1 “三系杂交水稻”技术的创立

杂交育种是指对作物的不同品种间进行杂交，并在其杂交后代中通过选择而育成纯合品种的方法，是提高农作物产量和品质的主要技术，世界各国的主要作物品种大都是采用此法育成。杂种优势是指杂交种在生长势、生活力、抗逆性、繁殖力、适应性、产量、品质等方面优于其雌雄双亲的现象；自花授粉作物利用杂种优势提高产量和品质，是 20 世纪农业科学的重大创举。

袁隆平开创了“三系杂交水稻”的先河，我国因此成为世界上第一个大面积成功应用水稻杂种优势的国家（图 1）。水稻是纯粹的自花授粉植物，当它的谷粒颖壳开花时，已经在壳内完成了授粉过程。通常情况下，如果需要进行少量谷粒的水稻杂交，就必须在颖壳开花前进行人工去雄，阻断颖内授粉。但是在大田生产的场合，实际上不可能进行人工去雄的田间操作。这时候，选择一种自身就是雄性不育（或称花粉败育）的水稻植株，就是开展水稻杂种优势利用的关键。因此，“三系杂交”需要由 3 个不同功能的水稻亲本配合组成：① 雄性不育系，其谷粒颖壳内的雌蕊发育正常，而雄蕊花粉败育，不能自花授粉结实；② 保持系，其雌蕊和雄蕊的发育都正常，将其花粉授予雄性不育系的雌蕊，可正常结成种子，而且其后代保持雄性不育，故称保持系；③ 恢复系，将其花粉授予雄性不育系的雌蕊，也可正常结成种子，但其后代恢复了可育性，成为大田生产用的种子。由此可见，“三系杂交”的关键是获得“雄性不育”的水稻植株。在过去很长的时期内，全世界的育种学家都在苦苦寻找自然界“雄性不育”的水稻植株。非常幸运的是，袁隆平和他的学生 1970 年在海南省的一个野生稻群体中发现了雄性不育株。他以敏锐的科研洞察力使这次偶然发现变成了改写水稻栽培史的大事件。

在 20 世纪 70 年代，我国始终依靠社会主义集中力量办大事的制度优势，探索跨区域、跨学科、跨部门的协同攻关模式，有效解决了不同时期制约农业、农村发展的重大关键技术难题。成立了由中国农业科学院、湖南省农业科学院等几十家农业科研教学单位、生产部门共同参与的“全国杂交水稻科研协作



图 1　袁隆平在水稻育种工作中

组”，有力促进了杂交水稻研究，在世界上率先实现了“三系”配套，推动了我国粮食生产水平的飞跃。

2.2 “三系杂交水稻”的育成品种

从1976年起，杂交水稻开始迅速向全国推广，其主要品种（组合）为“南优”“矮优”“汕优”“威优”“冈优”“D优”“Ⅱ优”“协优”等系统。“南优2号”是世界上第一个实用高产杂交水稻品种，“汕优63”在1986年成为全国杂交水稻播种面积最广的品种，此后16年连续稳居首位。

2001年，以袁隆平为首席专家的全国杂交水稻科研协作组选育成功的“籼型杂交水稻”荣获国家技术发明奖特等奖。颁奖词说：利用我国普通野生稻雄性不育株经过连续回交及广泛测交筛选，于1973年完成“三系”配套，并配制出光合效率高、根系活力强等优势杂交组合。1976—1980年，全国累计播种面积2.5亿多亩，增产粮食130多亿千克，增产效果显著[8]。

2.3 两系杂交法的发明

“三系杂交”所产生的杂种优势是十分明显的，在当时产生了巨大的轰动效应。但是，“三系杂交”也有其局限性，主要是育种过程比较繁杂，操作环节多，以及不同品系的水稻植株很难调控花期相遇实现授粉杂交等。于是，人们开始新的探索，寻找“光温性不育”植株替代上述的“遗传性不育”植株。如果能做到人为环境控制下实现“雄性不育”，就能将繁杂的“三系杂交”变成相对简易的“两系杂交”。幸运再次降临于中国的育种学家。1973年，湖北省沔阳县沙湖原种场石明松在“农垦58”晚粳大田中发现了一种被称为“光敏感核不育”的水稻植株。他通过细致观察发现，这种水稻植株的“雄性不育”和“雄性可育”可以相互转化。在长日照条件下抽穗会“雄性不育”，而在短日照条件下抽穗则“雄性可育”。也就是说，通过调控稻田的光照时长可以变换雄性花蕊的育性。这个重要的发现，开启了“光敏感核不育水稻”育种的先河。在深入探明石明松发现的“光敏感核不育”水稻植株的不育机制的基础上，袁隆平于1987年提出了杂交水稻从“三系”到“两系”的发展战略，开创了“两系”杂交水稻育种的新阶段。先后选育出“两系杂交水稻”良种“培矮64S”“广占63S”和“Y58S”等，从2000年后开始进入推广应用阶段。以“两优培九”“扬两优6号”“Y两优1号”等为代表的“两系杂交稻”推动了我国水稻单产和总产的提高[9]。

2.4 杂交水稻的重大成果

1988年，“杂交水稻新组合汕优”荣获国家科学技术进步奖一等奖。该杂交组合以兼具强恢复基因及高抗稻瘟病基因的“明恢63”为恢复系的基本营养型的杂交水稻新组合，具有优势大、抗瘟性强等特点。南方14个省份累计推广1亿多亩，增产稻谷47.013亿千克，增值19 083亿元，减少药剂防治稻瘟病成本20亿元。

1993年，“高产优质多抗杂交水稻新组合汕优10号”荣获国家科学技术进步奖一等奖。该杂交组合是用籼稻不育系“珍汕97A”为母本，与含有粳稻亲缘的“密阳46”为父本，经多次单株成对测交和反复提纯而选育成的中籼型杂交晚稻，其选育技术和各种优良性状达国际先进水平，累计推广近亿亩。

2013年，“两系法杂交水稻技术研究与应用”荣获国家科学技术进步奖特等奖。颁奖词说：针对三系法存在的配组不自由等问题，利用水稻光温敏核不育新材料，围绕光温敏不育系育性转换机理、实用光温敏核不育系创制、两系杂交稻组合选育技术、安全高效繁殖制种技术等进行深入研究，创立了两系法杂交水稻的理论和技术体系，解决了水稻杂种优势利用的三大难题，开辟了作物杂种优势利用新领域，带动和促进了我国油菜、高粱、棉花、玉米、小麦等作物两系法杂种优势利用的研究与应用。两系法杂交水稻是国际首创的拥有自主知识产权的科技成果，为农作物

遗传改良提供了新的理论和技术方法，确保了我国杂交水稻研究与应用的世界领先地位[9]。

3 小麦杂交育种的成果与贡献

新中国初期，我国农业专家引进并选育了抗倒伏的丰产冬小麦新品种“南大 2419”和“碧蚂 1 号”，种植面积近亿亩。在粮食十分紧缺的时期，小麦增产在社会经济中具有特殊意义。因为在当时的供给式分配制度下，面粉被列为高级特供品，小麦享有“政治食品”的禀赋。

3.1 小麦品种资源收集与杂交育种的开展

20 世纪 50—60 年代，我国组织专门队伍，收集了数千份小麦地方品种，并对其主要生态性状进行了系统研究，明确把我国小麦产地划分为 10 个生态类型，其中黄淮、长江中下游、西南三区占全国小麦总面积的 80%，占总产量的 85%。

20 世纪 60 年代初，国家组织全国协同开展小麦育种攻关研究。李振声是我国小麦杂交育种奠基人，享有“小麦远缘杂交之父”的称号。他育成的用普通小麦与长穗偃麦草进行远缘杂交的新品种“小偃 6 号”，一直是我国小麦育种的重要骨干亲本，衍生品种多达 50 多个，累计推广种植 3 亿多亩，增产小麦超过 75 亿千克。用远缘杂交获得的“小偃蓝粒”育成了以种子蓝色为遗传标记的蓝粒单体小麦和自花结实的缺体小麦系统，建立了快速选育小麦异代换系的新方法——缺体回交法，为小麦染色体工程育种开辟了新途径。

在我国广大小麦育种专家协同研究和不懈探索中，我国先后育成了一批高产、优质、地域适应性强的小麦良种。早期育成的“矮丰 3 号”是我国小麦栽培史上第一个大面积推广的半矮秆品种。1978 年后，我国制定了重点培育突破性农作物优良新品种的目标规划，新品种的选育朝着高产、优质、抗病、普适的方向发展，相继育成了一批代表性品种，在不同时期、不同地区大面积推广种植。例如，高产优质的“绵阳 11”号具有单产高、蛋白质含量高、抗病性好、成熟期早、面筋柔软耐拉伸等特点，是南方推广面积最大的小麦品种。此外，优质高产的杂交小麦品种，如“扬麦 158”“郑麦 9023”“济麦 22”“矮抗 58”等，也在不同时期发挥过重要的作用。

3.2 杂交小麦良种的重大成果

我国杂交小麦良种成绩卓著，先后有一大批优质高产的品种获得国家重奖，成为我国作物新品种领域获奖最多的粮食作物。其中有的品种虽然在 2000 年以后获奖，但是其育成时间多数都是在 2000 年以前完成。

“碧蚂 1 号”，1978 年获全国科学大会奖。这是我国早期育种中通过中外品种间杂交创造小麦新品种的成功范例，也是我国有史以来适应性最广、种植面积最大的小麦品种——1959 年种植达 9 000 多万亩，创造了我国乃至全世界小麦品种年种植面积的最高纪录。

“绵阳 11 号”，1985 年获国家技术发明奖一等奖。该品种针对四川省的气候特点培育出的高产、矮秆抗倒伏的优良小麦品种，在国内具有先进水平，达到了国际优良小麦品种含蛋白质水平。其抗性强、适应性广、分蘖强、可节约播种量 2 亿千克，取得了显著的经济效益。

“小偃 6 号”，1985 年获国家技术发明奖一等奖。这是著名小麦育种家李振声主持育成的良种，是利用远缘杂交方法育成的最具代表性的作物新品种。其利用长穗偃麦草远缘杂交建立了完整的杂种新类型育种程序，达到国际先进水平。集抗病性、高产、稳产、优质等品质于一身，已增产小麦超过 75 亿千克。

“陕农 7859 号”，1990 年获国家科学技术进步奖一等奖。该品种弱冬性、耐旱性好、抗倒伏、抗多种病害。已在多地区大面积推广 9 000 余万亩，增产粮食 20 余亿千克，直接经济效益 15 亿元。

“扬麦 5 号”，1991 年获国家科学技术进步奖一等奖。这是高产、稳产、适应性广的小麦新品种。自 1985 年大面积推广以来，其面积迅速扩大，目前已成为长江下游历史上推广面积最大的小麦品种。

“豫麦 13 号”，1995 年获国家科学技术进步奖一等奖。该品种有针对性地解决当地小麦品种稳产性差的问题，具有半矮秆、弱冬性、高抗条锈且综合抗逆力好等诸多特点。这是“七五”计划以来黄淮南片地区连年均比对照“豫麦 2 号”增长率达 10% 的新品种，累计新增产量 11.38 亿千克，新增社会经济效益 8.6 亿元。

“扬麦 158 号”，1998 年获国家科学技术进步奖一等奖。这是采用综合育种技术育成的具有抗病抗倒性好、冻害恢复性好、耐湿、耐高温逼熟、灌浆速度快、熟相好等优点的小麦新品种，是长江下游小麦品种实现第六次大面积品种更换的当家品种。目前已成为我国种植面积及其覆盖率最大的小麦品种之一。

“郑麦 9023 号”，2004 年获国家科学技术进步奖一等奖。具有强筋优质、特早熟、抗病性强、高产、适应性广等五大特点，其种植面积于当时位居我国优质小麦品种种植面积第一位。

“矮抗 58 号”，2013 年获国家科学技术进步奖一等奖。针对我国黄淮麦区小麦生产普遍存在的倒伏、冻害、旱害、病害等突出问题，培育出的矮秆高产、多抗广适小麦新品种，解决了小麦高产大群体易倒伏、矮秆品种易早衰、高产不优质、高产性与广适性难以结合的技术难题，是近 30 年我国小麦育种取得的一项重大技术突破。截至 2012 年，累计种植 1.86 亿亩，增产小麦 66.9 亿千克[11]。

4 稻、麦“良种+良法”的科学种植模式

农业生产上，一个优良品种潜能的实现，必须有相应的栽培种植的“良法”相配合；只有“良种+良法”，才能达到高产优质的目标。我国先后通过“三系杂交”“两系杂交”的途径选育出一大批水稻良种之后，农业专家提出了新的粮食高产路径，实行“良种+良法”科学种植模式。

4.1 超级稻栽培模式研究

1996 年，农业部启动旨在提高水稻产量潜力的“中国超级稻研究”重大项目，明确提出超级稻要通过理想株型塑造与杂种优势利用相结合的技术路线，培育大幅提高单产、重点提升大米品质、综合抗性较强的新型水稻品种。2000 年前后，“协优 9308”“两优培九”“沈农 265”等一批超高产新品种完成第一阶段超级稻育种目标，进入大面积推广阶段。此后，超级稻百亩示范的单产水平不断取得突破，每公顷产量先后于 2004 年、2011 年和 2014 年达到 12 000 千克、13 500 千克和 15 000 千克的高产目标。截至 2017 年，农业部先后 12 批次确认了 166 个超级稻品种。由此可见，超级稻已经实现了单季亩产超过 1 吨的高产目标。

围绕杂交稻高产高效开展综合配套高产栽培技术集成应用研究，发明了许多因地制宜的高产栽培模式。例如：南方稻区集成和推广了“稀少平”“叶龄模式”“小群体、壮个体、高积累”“少免耕与抛秧高产”“三高一增”“双两大”“纸筒育苗抛秧”和“多蘖壮秧少本”等栽培技术；东北稻区形成了“旱育稀植高产”与“节水灌溉”等栽培技术。这些技术从不同层面推动了我国稻作水平的大幅提升。水稻新品种选育与栽培种植技术进步，带动我国水稻单产实现新的飞跃。1998 年全国平均单产达到 6.37 吨/公顷，比 1976 年增长 84%，比 1952 年增幅达到 164%。

进入 21 世纪以来，农业科学家在系统探明水稻高产群体生育基本规律的基础上，完善了“叶龄模式”“群体质量指标”等理论，建立了“水稻生育各期诊断指标”，创建了“水稻精确定量栽培理论”，指导水稻栽培技术的创新。此外，提出了“水稻实地氮肥管理理论与技术”“水稻籽粒灌浆与调控”“水

稻主要生长指标的光谱监测机理与定量诊断技术”等创新理论和技术改进方面的新技术与新方法，为水稻高产高效栽培提供了理论指导和技术方法。

通过水稻栽培理论和新技术的综合运用，注重高产与高效协同演进的一系列技术模式的应用，实现了“精确定量栽培”“双季稻旺根壮秆重穗栽培”“实地养分氮肥管理栽培”“水稻高产与水分养分高效利用栽培”“水稻钵形毯状秧苗机插技术”“超级稻高产栽培”“超级稻三定栽培”“机插水稻高产栽培”“基于模型与 GIS 耦合水稻管理决策支持系统”等在各水稻产区增产提优中发挥重要作用[12]。

4.2 稻、麦栽培技术的重奖成果

2008 年，“中国小麦品种品质评价体系建立与分子改良技术研究”荣获国家科学技术进步奖一等奖。该成果采用常规分析与生物技术相结合的方法，从分子标记—生化标记—籽粒和面粉性状—食品加工品质 4 个层次首次创立了符合国际标准的中国小麦品种品质评价体系，包括 7 类 72 个指标及其标准化的测试方法，其中 24 个指标（占 33%）为国际最早报道；建立了中国面条的标准化实验室制作与评价方法，提出并验证面条小麦的选种指标和分子标记选择体系。我国用 20 年时间使原来落后国际 50 年的小麦品质研究在国际上占有了重要一席。

2010 年，“抗条纹叶枯病高产优质粳稻新品种选育及应用”荣获国家科学技术进步奖一等奖。针对我国水稻条纹叶枯病抗性鉴定和分子标记聚合育种技术体系尚未建立，以及抗病种质、基因和品种匮乏等突出问题，开展了抗条纹叶枯病高产优质粳稻新品种选育及应用研究，育成不同生态类型的抗条纹叶枯病优质高产水稻新品种 10 个，实现了南方粳稻区抗病品种的快速覆盖。通过种质、基因、技术和信息共享，构建了南方粳稻品种选育与应用的综合平台，围绕抗条纹叶枯病育种开展联合攻关。2009 年推广面积占南方粳稻区种植面积的 78%，有效解决了南方粳稻区受条纹叶枯病流行危害的难题，极大地促进了水稻生产的发展，为保障我国粮食安全、农民增收和农业可持续发展作出了重要贡献。

2017 年，“水稻高产优质性状形成的分子机理及品种设计”荣获国家自然科学奖一等奖。围绕“水稻理想株型与品质形成的分子机理”这一重大科学问题，鉴定、创制和利用水稻资源，创建了直接利用自然材料与生产品种进行复杂性状遗传解析的新方法；揭示了影响水稻产量的理想株型形成的关键基因和分子基础；阐明了稻米食用品质精细调控网络，用于指导优质稻米品种培育；示范了高产优质为基础的分子设计育种，为解决水稻产量品质协同改良的难题提供了有效策略。研究成果引领了水稻遗传学的发展，是“绿色革命”的新突破和新起点[13]。

5 新中国农业科研70年的经验与启示

5.1 农业科技要与时俱进地不断创新

70 年来，我国以稻、麦育种技术为主导，先后经历了传统品种筛选、矮化育种、杂种优势利用、细胞工程、分子育种等发展阶段，实现了 5—6 次大规模品种更新换代。目前，以转基因、基因编辑、分子标记、单倍体育种、分子设计等为标志的现代生物技术，正在不断完善并开始应用于农作物新品种的培育实践中，引领生物技术产品更新换代的速度不断加快。与此同时，互联网、大数据、人工智能的广泛应用，生命科学、信息科学与育种科学深度融合，使得作物育种跨入革命性的新阶段。

5.2 农业科技要发挥集中力量办大事的制度优势

我国农业科技的大型项目，始终依靠集中力量办大事的制度优势，探索跨区域、跨学科和跨部门的协同攻关模式，有效解决了不同时期制约农业农村发展的重大关键技术难题。在 20 世纪 70 年代，我国成立由中国农业科学院、湖南省农业科学院等几十家农业院校共同组成的“全国杂交水稻科研协作组”，有力

促进了杂交水稻研究，在世界上率先实现了“三系”配套，推动了我国粮食生产水平的飞跃。

5.3 农业科研要坚持顶层设计和规划引领，面向经济建设主战场

农业科技首先要面向经济建设主战场。通过国家科技攻关计划、重点科研计划、“丰收计划”、“星火计划”、国家科技成果重点推广计划、社会发展科技计划等科技计划的实施，为实现我国农业生产和经济发展的战略目标服务。在步入新时代的今天，农业科技要坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，为实现世界农业科技强国的战略目标，实现中华民族伟大复兴作出新的贡献。

总之，新中国 70 年来，我国培育出一大批的农作物新品种。育成农作物新品种达 20 000 余个，推动实现农作物品种矮秆化、杂交化、优质化的 3 次跨越，推广了一批突破性优良新品种。此外，在稻、麦高产栽培种植的技术创新中，采取了多学科交叉与合作，开展了提高小麦个体和群体的光合效率以及光合作用产物的优化分配研究，取得了重大的进展和应用。

通过稻、麦新品种的推广应用，我国粮食单产水平大幅度提高，亩产从 1949 年的 69 千克提高到目前的谷物亩产 405 千克，品种对提高单产的贡献率达 43% 以上。良种供应能力显著提高，良种覆盖率达到 96%，粮食综合生产能力由 1949 年的 2 300 亿斤提高并稳定在当前的 12 000 亿斤以上，确保了粮食产量的持续增长。同时提升了我国种业自主创新水平，水稻、小麦生产用种 100% 是我国自主选育的品种[14]。

参考文献

1 周恩来. 周恩来选集（下）. 北京: 人民出版社, 1984: 6.

2 陈吉元, 陈家骥, 杨勋, 等. 中国农村社会经济变迁（1949—1989）. 太原: 山西经济出版社, 1993: 57.

3 师高民. 中国粮食史图说. 南京: 江苏凤凰美术出版社, 2015: 98.

4 赵予征. 屯垦戍边 千秋伟业. 当代兵团, 2013, (19): 46-49.

5 何艳. 建国初期周恩来的粮食思想. 浙江档案, 2014, (11): 44-47.

6 信迺诠, 娄希祉. 三十五年来我国农业科技工作的发展. 科研管理, 1985, (1): 65-69.

7 汤圣祥, 闵绍楷. 纯系育种. 中国稻米, 1997, (3): 36-37.

8 任光俊, 颜龙安, 谢华安. 三系杂交水稻育种研究的回顾与展望. 科学通报, 2016, 35: 3748-3760.

9 牟同敏. 中国两系法杂交水稻研究进展和展望. 科学通报, 2016, 35: 3761-3769.

10 朱英国. 杂交水稻研究50年. 科学通报, 2016, 35: 3740-3747.

11 李振声. 我国小麦育种的回顾与展望. 中国农业科技导报, 2010, 12(2): 1-4.

12 周清平, 何新, 肖美琼. 超级稻超高产栽培技术. 现代农业科技. 2018, (6):28, 30.

13 袁雪, 王鹭飞, 郭海华. 2008—2015年全国国家级农业科技获奖成果计量分析. 黑龙江畜牧兽医, 2017, (11): 288-292.

14 刘瑾. 水稻、小麦、大豆、油菜等作物用种全部自主选育——“中国粮”实现主要用“中国种”. 经济日报, 2018-05-17(3).

Breeding of Hybrid Rice and Hybrid Wheat (1960–2000)

—China Agricultural Science and Technology Facing the Main Battlefield of National Economy

ZHU Guannan[1] CAO Xingsui[2]

(1 Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

2 China Agricultural Museum, Beijing 100125, China)

Abstract This paper reviews the hybrid breeding project of rice and wheat in China, revealing that the agricultural research must face the sacred mission of the main battlefield of economic development. Agricultural research system in China has exerted the institutional advantages of concentrating power to carry out major tasks, insisted on top-level design and planning, insisted on constantly advancing and innovating, as well as prompted agricultural scientific and technological progress to make great contributions in safeguarding national food security and improving people's living standards. In the past 70 years, China has cultivated a large number of new rice and wheat varieties, achieving the breakthroughs of crop dwarfing, hybridization, and high quality, and updated 6 new varieties. In addition, significant innovative technological achievements have been made in high-yield cultivation of rice and wheat, which has promoted the leap-forward progress of China's grain production.

Keywords agricultural science and technology, food security, rice cross breeding, wheat cross breeding, heterosis utilization, super rice cultivation technique



朱冠楠 南京农业大学副教授。主持国家社科基金青年项目“民国时期中国畜牧业的现代进程研究”和2016年江苏省博士后科研资助计划资助项目“民国时期东南沿海地区的畜牧业研究”等多项课题，参与《近代以来中国农村变迁史论》等著作的撰写，发表多篇中文核心期刊论文。主要从事农业史、农业民俗的教学和研究。

E-mail: zhuguannan@njau.edu.cn

ZHU Guannan Ph.D., Associate Professor of Nanjing Agricultural University, presided over “Youth Project of National Social Science Fund of China on the Modern Process of Animal Husbandry during the Republic of China”, the 2016 Jiangsu Postdoctoral Research Funding Project “Research on Animal Husbandry in the Southeast Coastal Region during the Republic of China”, and other topics, participated in the writing of *The History of China's Rural Change in Modern Times*, and published many Chinese core journal articles. She mainly engaged in the teaching and research of agricultural history and agricultural folklore. E-mail: zhuguannan@njau.edu.cn

■责任编辑：岳凌生

参考文献（双语版）

1 周恩来. 周恩来选集（下）. 北京: 人民出版社, 1984: 6.

Zhou E L. Selected Works of Zhou Enlai (Volume II). Beijing: People's Publishing House, 1984: 6. (in Chinese)

2 陈吉元, 陈家骥, 杨勋, 等. 中国农村社会经济变迁（1949—1989）. 太原: 山西经济出版社, 1993: 57.

Chen J Y, Chen J J, Yang X, et al. Social and Economic Changes in China's Rural Areas (1949—1989). Taiyuan: Shanxi Economic Publishing House, 1993: 57. (in Chinese)

3 师高民. 中国粮食史图说. 南京: 江苏凤凰美术出版社, 2015: 98.

Shi G M. The History of China's Grain (Fotosay). Nanjing: Jiangsu Phoenix Art Publishing House, 2015: 98. (in Chinese)

4 赵予征. 屯垦戍边 千秋伟业. 当代兵团, 2013, (19): 46-49.

Zhao Y Z. Reclamation and garrisoning, great achievements in the future. Dangdai Bingtuan, 2013, (19): 46-49. (in Chinese)

5 何艳. 建国初期周恩来的粮食思想. 浙江档案, 2014, (11): 44-47.

He Y. Zhou Enlai's food thought in the early period of the People's Republic of China. Zhejiang Archives, 2014, (11): 44-47. (in Chinese)

6 信迺诠, 娄希祉. 三十五年来我国农业科技工作的发展. 科研管理, 1985, 6(1): 65-69.

Xin N Q, Lou X Z. The development of China's agricultural science and technology work in the past 35 years. Science Research Management, 1985, 6(1): 65-69. (in Chinese)

7 汤圣祥, 闵绍楷. 纯系育种. 中国稻米, 1997, 3(3): 36-37.

Tang S X, Min S K. Pure line selection. China Rice, 1997, 3(3): 36-37. (in Chinese)

8 任光俊, 颜龙安, 谢华安. 三系杂交水稻育种研究的回顾与展望. 科学通报, 2016, 61(35): 3748-3760.

Ren G J, Yan L A, Xie H A. Retrospective and perspective on indica three-line hybrid rice breeding research in China. Chinese Science Bulletin, 2016, 61(35): 3748-3760. (in Chinese)

9 牟同敏. 中国两系法杂交水稻研究进展和展望. 科学通报, 2016, 61(35): 3761-3769.

Mou T M. The research progress and prospects of two-line hybrid rice in China. Chinese Science Bulletin, 2016, 61(35): 3761-3769. (in Chinese)

10 朱英国. 杂交水稻研究50年. 科学通报, 2016, 61(35): 3740-3747.

Zhu Y G. Fifty years of hybrid rice research in China. Chinese Science Bulletin, 2016, 61(35): 3740-3747. (in Chinese)

11 李振声. 我国小麦育种的回顾与展望. 中国农业科技导报, 2010, 12(2): 1-4.

Li Z S. Retrospect and prospect of wheat breeding in China. Journal of Agricultural Science and Technology, 2010, 12(2): 1-4. (in Chinese)

12 周清平, 何新, 肖美琼. 超级稻超高产栽培技术. 现代农业科技, 2018, (6):28..

Zhou Q P, He X, Xiao M Q. Super-high yield cultivation techniques for super rice. Modern Agricultural Science and Technology, 2018, (6):28. (in Chinese)

13 袁雪, 王鹭飞, 郭海华, 等. 2008—2015年全国国家级农业科技获奖成果计量分析. 黑龙江畜牧兽医, 2017, (22): 288-292.

Yuan X. Wang Y F, Guo H H, et al. Quantitative analysis of national-level agricultural science and technology award-winning achievements from 2008 to 2015. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2017, (22): 288-292. (in Chinese)

14 刘瑾. 水稻、小麦、大豆、油菜等作物用种全部自主选育——"中国粮"实现主要用"中国种". 经济日报, 2018-05-17(3).

Liu J. Rice, wheat, soybean, rapeseed and other crops are all independently bred— "China Grain" mainly uses "Chinese seeds". Economic Daily, 2018-05-17(3). (in Chinese)